

## **Abstract of DE4332798**

A circuit arrangement used for a tunable oscillation circuit, wherein said arrangement including a plurality of capacitances CA, each of which being enabled to be Oned or Offed, respectively, via a plurality of switching devices SCH forming an electronic switching group, and further wherein said arrangement is configured to have a frequency adjusting steps comprising;

actuating said oscillation circuit with a frequency which would be identical to or closer to one target resonance frequency of said oscillation circuit, in one frequency adjusting operation by selecting one or some of said switching devices SCH, utilizing a frequency generation source G;

comparing said frequency of said oscillation circuit thus obtained in said adjusting operation with said target resonance frequency by a frequency comparator K;

adjusting said combination of said selected switches among said plurality of switches SCH repeatedly, until when said frequency of said oscillation circuit becomes identical to said target resonance frequency; and

storing an information about said combination of said selected switches after when said frequency of said oscillation circuit becomes identical to said target resonance frequency and thereafter instructing said arrangement to stop an operation of said frequency generation source G.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 43 32 798 A 1**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 03 J 7/04**  
G 04 C 11/02  
H 01 Q 7/00

21 Aktenzeichen: P 43 32 798.2  
22 Anmeldetag: 27. 9. 93  
43 Offenlegungstag: 30. 3. 95

71 Anmelder:  
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072  
Heilbronn, DE

72 Erfinder:  
Traub, Johann, 89415 Lauingen, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 33 03 711 C2  
DE 31 49 257 C2  
DE 39 26 519 A1  
DE 32 36 162 A1  
DE 30 10 707 A1  
DE 28 54 852 A1  
US 52 25 847  
US 42 16 451

MILZ, Harald;  
WILLE, Carsten: Zeitgeist DCF 77 en miniature. In:  
ELRAD, 1993, H.2, S.28-30;  
JP 56-122506 A. In: Patents Abstracts of Japan, E-87,  
Dec.16, 1981, Vol.5, No.198;

64 Schaltungsanordnung für einen abstimmbaren Schwingkreis

57 Es wird eine Schaltungsanordnung für einen abstimmbaren Schwingkreis beschrieben, die besonders einfach aufgebaut und monolithisch integrierbar ist. Die Anordnung ist besonders vorteilhaft in Funkuhr-Empfängern für mehrere unterschiedliche Zeitzeichensender einsetzbar.

DE 43 32 798 A 1

DE 43 32 798 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 95 508 013/342

6/31

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für einen abstimmbaren Schwingkreis.

Schwingkreise können zur Umgehung aufwendiger anfänglicher Präzisionsabgleichmaßnahmen und/oder zum Einsatz bei verschiedenen Frequenzen abstimmbar ausgeführt sein, wobei insbesondere die Veränderung eines die Resonanzfrequenz des Schwingkreises mitbestimmenden Kapazitätswerts von Bedeutung ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine vorteilhafte Schaltungsanordnung für einen solchen abstimmbaren Schwingkreis anzugeben.

Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die Unteransprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zeichnet sich durch einen einfachen Aufbau und hohe monolithische Integrierbarkeit aus. Als Kapazitäten sind vorzugsweise integrierte Flächenkondensatoren eingesetzt, die weitgehend temperaturstabile Kapazitätswerte aufweisen und im Unterschied zu Kapazitätsdioden keine Referenzspannung benötigen. Die relativen Kapazitätswerte können über Flächenverhältnisse mit guter Genauigkeit eingestellt werden. Fertigungstoleranzen in den Absolutwerten der Kapazitäten sind unkritisch.

Die Erfindung ist besonders vorteilhaft einsetzbar in integrierten Funkhempfindern, insbesondere zum Empfang verschiedener lokaler Zeitzeichensignale auf unterschiedlichen Frequenzen. Dabei kann vorteilhafterweise das Sollfrequenzsignal ebenso wie Überlagerungssignale des Empfängers aus dem Uhrenquarzsignal als gemeinsamer Bezugs-Frequenz abgeleitet werden.

Die Erfindung ist nachfolgend an einem bevorzugten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die Abbildung noch eingehend veranschaulicht.

In dem skizzierten Beispiel bildet eine magnetische Antenne 1 mit einer oder mehreren Kapazitäten einer Kondensatorgruppe CA einen am Eingang eines Empfängers E liegenden Schwingkreis. Die Resonanzfrequenz des Schwingkreises ist einstellbar durch getrenntes Zu- oder Abschalten der einzelnen Kapazitäten mittels Schaltern einer Schaltergruppe SCH.

Für optimalen Empfang ist die Resonanzfrequenz des Schwingkreises auf die Frequenz der zu empfangenden elektromagnetischen Wellen abzustimmen.

Zum Auffinden der hierfür optimalen Schalterstellung der Schaltergruppe SCH regt ein Schwingungsgenerator G während einer Abgleichphase den Schwingkreis zu einer Schwingung auf dessen Resonanzfrequenz  $f_s$  an. Sofern während der Abgleichphase auch elektromagnetische Wellen über die Antenne A Schwingungen im Schwingkreis induzieren können, ist die Amplitude der durch den Generator angeregten Schwingung ausreichend groß zu wählen für ein eindeutiges Dominieren der Resonanzschwingung. Für die Ausführung des Generators und dessen Anschluß an den Schwingkreis sind an sich Beispiele aus dem Stand der Technik bekannt. Insbesondere kann der Generator einen rückgekoppelten Verstärker enthalten.

In einem Frequenzkomparator K wird die Resonanzfrequenz  $f_s$  des Schwingkreises mit einer vorgebbaren Referenzfrequenz  $f_r$  verglichen. Anstelle der Frequenzen  $f_s$  und  $f_r$  können auch durch Frequenzteilung aus diesen abgeleitete Frequenzen  $f_s'$ ,  $f_r'$  im Komparator K verglichen werden. Hierfür kann dem Komparator eine

Teileranordnung mit zwei Frequenzteilern TS und TR mit i.a. unterschiedlichen Teilerfaktoren vorgeschaltet sein. Vorzugsweise weist das vom Generator G zum Komparator K abgegebene Signal der Resonanzfrequenz  $f_s$  Rechtecksignalform auf. Die Referenzfrequenz  $f_r$  gibt, ggf. unter Einrechnung der Teilerfaktoren in den Frequenzteilern TS, TR einen Sollwert für die Resonanzfrequenz des Schwingkreises vor. Bei Abweichung des durch  $f_s$  gegebenen Ist-Wertes der Resonanzfrequenz von diesem Sollwert veranlaßt der Frequenzkomparator K eine Veränderung der Schalterstellung der Schaltergruppe SCH mit dem Ziel, die festgestellte Frequenzabweichung auszugleichen. Der Frequenzkomparator gibt hierfür ein Ausgangssignal, z. B. ein Größer ( $>$ ) oder Kleiner ( $<$ )-Signal an eine nachfolgende Auswerte- und Steuereinrichtung AS ab, wodurch die Richtung der vorzunehmenden Änderung des wirksamen Kapazitätswerts festgelegt wird. Der Frequenzkomparator ist vorzugsweise als digitaler Phasendetektor mit unendlichem Zielbereich ausgeführt. Auch die Verwendung analoger und anderer digitaler Phasendetektoren ist denkbar.

Zur Betätigung der einzelnen Schalter der Schaltergruppe SCH ist ein Auf-/Ab-Zähler Z vorgesehen der vorzugsweise als n-stufiger Binärzähler in Verbindung mit einer binären Abstufung der schaltbaren Kapazitätswerke  $c_i$  der n einzelnen Kapazitäten ausgeführt ist. Jeder Ausgang  $b_i$  des n-stufigen Zählers Z betätigt einen Schalter der Schaltergruppe. Zur Veränderung der Resonanzfrequenz wird die im Schwingkreis wirksame Kapazität verändert, indem die Schalterstellung der Schaltergruppe verändert wird. Dies wiederum erfolgt durch Ändern der Zählstellung des Zählers Z. Ein Taktsignal P oder ein daraus abgeleitetes Taktsignal P' verändert den Zählerstand mit jedem Taktimpuls um jeweils ein Zählinkrement und den wirksamen Kapazitätswert um einen Schritt der im Idealfall immer gleich dem kleinsten schaltbaren Wert  $c_1$  ist. Die Zählrichtung wird durch das Ausgangssignal des Frequenzkomparators bzw. ein daraus abgeleitetes Zählrichtungssignal U/D festgelegt. Dieses Ausgangssignal braucht daher nur die Richtung der Abweichung, nicht aber deren Größe anzugeben.

Um Amplitudeneinbrüche sowie Phasensprünge des Generators G durch Umladen von umgeschalteten Kapazitäten zu vermeiden, erfolgt die Umschaltung vorteilhafterweise immer zu derselben Phasenlage der Schwingung im Schwingkreis, vorzugsweise in der Nähe eines Nulldurchgangs. Dies kann auf besonders einfache Weise durch eine digitale Synchronisierschaltung (SS) erzielt werden, welche ein Weiterzählen des Auf-/Ab-Zählers vom Eintreffen einer Signalfanke des Generators G abhängig macht.

Da während des Abgleichvorgangs kein Empfang elektromagnetischer Signale möglich ist, ist dieser Abgleichvorgang zeitlich einzugrenzen. Der Abgleichvorgang kann beendet werden, wenn die Resonanzfrequenz bis auf eine vom kleinsten Kapazitätsschritt  $c_1$  abhängige maximale Restabweichung mit dem Sollwert übereinstimmt. Zur Feststellung der Übereinstimmung kann in der Auswerte- und Steuereinrichtung AS beispielsweise ein Zeitglied (t) vorgesehen sein, welches für den Abgleichvorgang eine feste Zeitspanne vorgibt, beispielsweise die für den Durchlauf des vollständigen Zählbereichs notwendige Zeitspanne. Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform ist in der Einrichtung AS ein Detektor vorgesehen, der aus Signalfanken im Ausgangssignal des Frequenz-Komparators K den erfolgten Abgleich erkennt. Signalfanken in diesen Si-

gnal treten dann auf, wenn der Abgleich erfolgt ist und mit jedem weiteren Zähltakt sich das Vorzeichen der Frequenzabweichung und damit die Zählrichtung umkehrt. Die Resonanzfrequenz pendelt dann um ihren Sollwert. Vorzugsweise ist ein solcher Detektor als Abgleichzähler (ZA) ausgeführt, der erst nach mehreren Zählrichtungswechseln den Abgleich feststellt. Mittels eines Ein- Ausschaltsignals E/A von der Auswerte- und Steuereinrichtung wird der Generator G nur während des Abgleichvorgangs aktiviert. Vorzugsweise wird außerhalb des Abgleichvorgangs auch der Frequenzkomparator abgeschaltet. Nach Beenden des Abgleichvorgangs bleibt der Zähler Z in der zuletzt eingenommenen Zählstellung und speichert somit die Schalterstellung in Form seines Zählwerts und die für die gewünschte Resonanzfrequenz gefundene Schalterstellung der Schaltergruppe SCH bleibt erhalten.

Für den Fall, daß die Resonanzfrequenz auf mehrere Sollwerte einstellbar sein soll, ist für jeden Sollwert in einem eigenen Abgleichvorgang eine eigene Schalterstellung zu ermitteln. Zur Vorgabe unterschiedlicher Sollwerte können die Teilerfaktoren der Frequenzteiler TR, TS und/oder die Referenzfrequenz  $f_r$  veränderlich vorgebar sein. Es kann dann jeweils mit jedem Wechsel des Sollwerts ein erneuter Abgleich vorgenommen werden oder es können die zu verschiedenen Sollwerten einmal ermittelten Schalterstellungen als n-stellige Binärwerte in einem Speicher in Zuordnung zu den jeweiligen Sollwerten abgelegt und bei einem Wechsel des Sollwerts wieder abgerufen und zur Einstellung der Schaltergruppe SCH, z. B. als Preset-Wert für den Zähler Z ohne weiteren Abgleichvorgang herangezogen werden.

Alternativ der vorstehend beschriebenen Anordnung können die Elemente zum Frequenzvergleich, zur Auswertung und Steuerung und zum Verändern der Schalterstellung einzeln, kombiniert oder insgesamt auch in Form eines Steuerprogramms eines Prozessors mit an sich bekannten Schaltungselementen realisiert werden. Die anhand der Abbildung beschriebenen Mittel sind dann in angepaßter Form Bestandteil des Prozessoraufbaus.

Die gesamte Anordnung kann einschließlich des Empfängers und weiterer Schaltungsteile vorteilhafterweise monolithisch integriert werden, wobei die magnetische Antenne als externes Element über einen oder zwei Kontakte angeschlossen ist. Vorzugsweise wird die Anordnung in CMOS-oder BICMOS-Technologie ausgeführt.

Die Anordnung ist insbesondere von Vorteil für eine integrierte Funkuhr-Empfängerschaltung für verschiedene lokale oder regionale Zeitzeichensender mit unterschiedlichen Übertragungsfrequenzen und ermöglicht dabei mit geringem Aufwand eine schnelle Anpassung an eine neue Empfangsfrequenz. Vorzugsweise wird die Referenzfrequenz dann aus der Schwingfrequenz des Uhrquarzes abgeleitet, ebenso die Überlagerungsfrequenz(en) des Empfängers.

#### Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung für einen abstimmbaren Schwingkreis mit folgenden Merkmalen:

- a) der Schwingkreis enthält mehrere Kapazitäten, welche über mehrere Schalter einer elektronischen Schaltergruppe getrennt zu- und abschaltbar sind,
- b) mittels eines Schwingungsgenerators kann

in einer Abgleichphase der Schwingkreis zu einer Schwingung auf seiner Resonanzfrequenz angeregt werden,

c) ein Frequenzkomparator vergleicht in der Abgleichphase die Schwingungsfrequenz des Schwingkreises mit einem Wert durch eine Referenzfrequenz vorgegebenen Sollwert und veranlaßt bei einer Frequenzabweichung eine Veränderung der Schalterstellung der Schaltergruppe bis zur Übereinstimmung der verglichenen Frequenzen

d) ein Detektor erkennt die Übereinstimmung der verglichenen Frequenzen und veranlaßt die Abschaltung des Schwingungsgenerators unter Speicherung der erreichten Schalterstellung.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzkomparator ein digitaler Phasendetektor ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine Frequenzteileranordnung für die Schwingungsfrequenz des Schwingkreises und/oder die Referenzfrequenz.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazitätswerte der mehreren Kapazitäten binär abgestuft sind.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalterstellung der Schaltergruppe nach Maßgabe der binären Ausgänge eines Binärzählers betätigt sind und der Frequenzkomparator bei festgestellter Frequenzabweichung eine Veränderung der Zählstellung des Binärzählers veranlaßt.

6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Binärzähler ein Auf-/Abwärtszähler ist und der Frequenzkomparator die Zählrichtung bestimmt.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektor aus dem Wechsel der Zählrichtung das Erreichen des Sollwerts der Frequenz erkennt.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Umschaltung von Schaltern der Schaltergruppe im Nulldurchgang der Schwingung des Schwingkreises erfolgt.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch einen Digitalspeicher, der mehrere Digitalwerte als Steuerwerte zur Einstellung der Schaltergruppe in Abhängigkeit verschiedener Sollwerte der Resonanzfrequenz enthält.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwingkreis der Resonanzkreis einer magnetischen Empfangsantenne ist.

11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingungsamplitude der während der Abgleichphase vom Schwingungsgenerator erzeugten Schwingung wesentlich größer ist als die von elektromagnetischen Wellen induzierte Empfangssignalamplitude.

12. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Empfangsantenne Teil eines Funkhurempfängers ist.

13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch die Ausführung in CMOS-Technologie oder BICMOS-Technologie.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

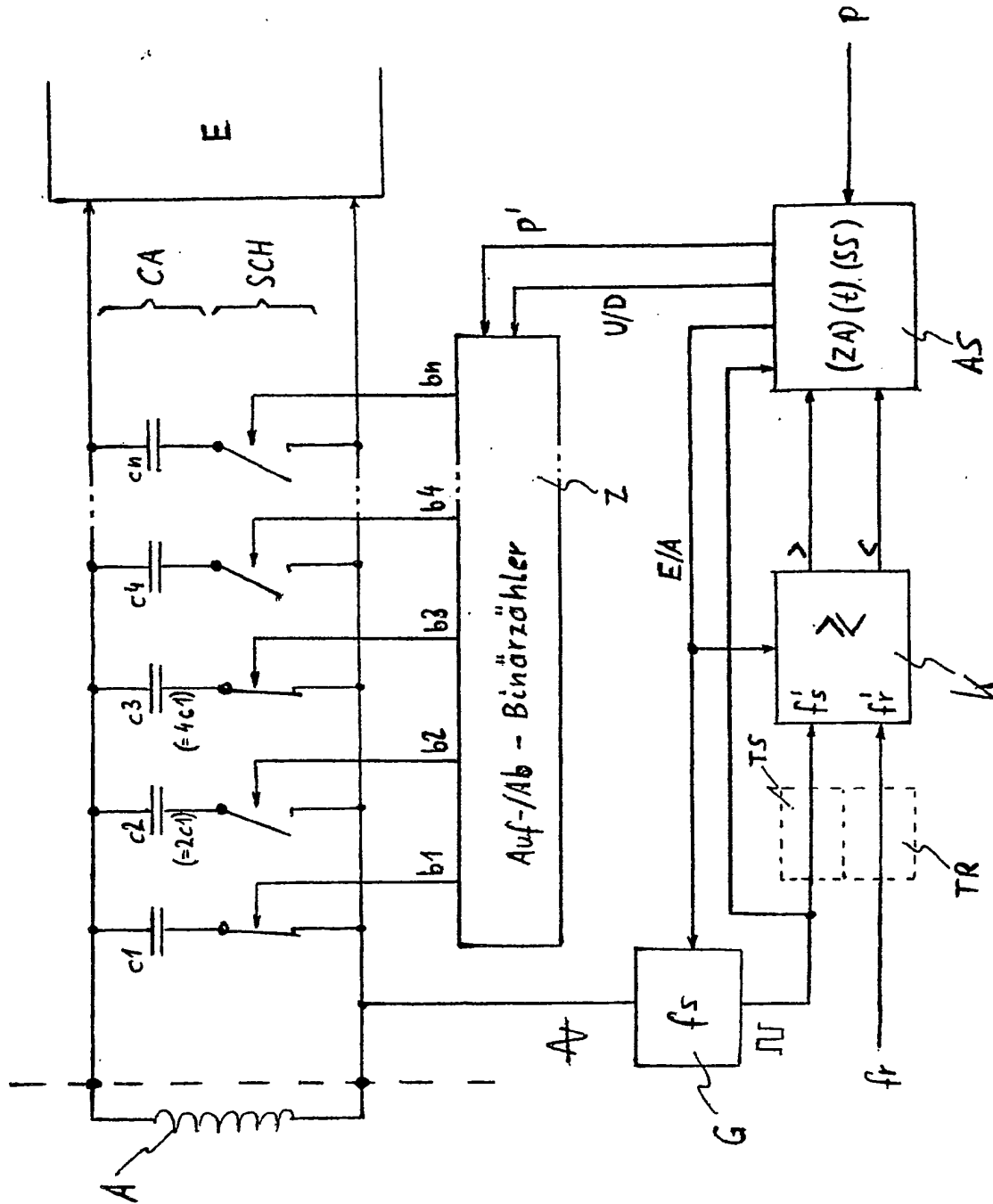
50

55

60

65

- Leerseite -





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**